FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1962

THÈSE

N° 686

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Jacqueline KORESSIOS

née le 3 mars 1928 à ESTERNAY (Marne)

Présentée et soutenue publiquement le :

ESSAIS DE DETERMINATION D'UNE DOSE UTILE EN UROGRAPHIE INTRAVEINEUSE

Président : M. J. HAMBURGER, Professeur.

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V[e]

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1962 — **THÈSE** — N° —

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Jacqueline KORESSIOS

née le 3 mars 1928 à ESTERNAY (Marne)

Présentée et soutenue publiquement le :

BIBLIOTHÈQUE

ESSAIS DE DETERMINATION D'UNE DOSE UTILE EN UROGRAPHIE INTRAVEINEUSE

Président : M. J. HAMBURGER, Professeur.

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V[e]

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (E.), Champy (C.), Debré (R.), Fey (B.), Gastinel (P.), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Lantuejoul (P.), Laroche (G.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Olivier (E.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D), Quénu (J.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.).

DOYEN . . . . . **Léon BINET.**
Membre de l'Institut

1er **ASSESSEUR** . . . . . **Jean VERNE**
2e **ASSESSEUR** . . . . . **Gaston CORDIER**

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie pathologique	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.) / SCHAPIRA (G.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Embryologie	GIROUD (A.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie (Lariboisière)	N...
Histologie	VERNE (J.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (P.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	PIEDELIÈVRE (R.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	HUGUIER (J.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	MILLIEZ (P.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	BOUDIN (G.)
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
Physiologie	BINET (L.) / BARGETON (D.)
Physiologie et pathologie obstétricale	LEPAGE (F.)
Physique médicale	DOGNON (A.) / DJOURNO (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	N...
Thérapeutique	CONTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Biochimie médicale	DESGREZ (P.) / POLONOVSKI (J.)
Biologie médicale	BOURLIÈRE (F.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Hygiène et médecine préventive	DEPARIS (M.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
Pharmacologie	LÉVY (Mlle J.)
Physiologie	PARROT (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)	REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M.)
Cliniques chirurgicales — Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
Cochin	LEGER (L.)
Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
Pitié	CORDIER (G.)
Saint-Antoine	GOSSET (J.)
Salpêtrière	SICARD (A.)
Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants Malades)	FÈVRE (M.)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)	GAUDART d'ALLAINES (F. de)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)	MATHEY (J.)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)	LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des Enfants (Enfants-Malades)	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)	DELAY (J.)
Cinique des maladies métaboliques (Necker)	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)	CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales — Boucicaut	LENÈGRE (J.)
Broussais	SOULIÉ (P.)
Cochin	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cochin	BROUET (G.)
Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
Laribolsière	SÉZE (S. de)
Pitié	DREYFUS (G.)
Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
Clinique médicale d'hydrologie thérapeutique et climatologie (Bichat)	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	GENNES (L. de)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Foch (Suresnes)	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Laribolsière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	LELONG (M.)
Clinique de pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Pitié)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique	PADOVANI (P.)
Séméiologie médicale	DOMART (A.)
Séméiologie et clinique chirurgicales	POILLEUX (F.)
Clinique urologique (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R.)

b) Professeurs à titre personnel :

Médecine	BOUR (H.)
	LHERMITTE (F.)
	PEQUIGNOT (H.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAITRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

	MM.
Anatomie	CABROL (C.) COUINAUD (C.) GILLOT (C.) OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.) pr. s. ch. ABELANET (R.) BUSSER (F.) CHOMETTE (G.) COUYCOU (Ch.), m. conf. NEZELOFF (Ch.) ORCEL (L.) PAILLAS (J.)
Anesthésiologie	KERN (E.) VOURC'H (G.)
Bactériologie	BARBIER (P.) CHRISTOL (D.) LE MINOR (L.) TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	BAILLIEU Et. m. conf. BOURILLON (R.) CARTIER (P.) DREYFUS (J.-Cl.) GONNARD (P.) KRUH (J.) JEROME (H.)
Biologie appliquée à l'Education Physique et aux Sports	PLAS (F.)
Carcinologie	BOIRON (M.) DENOIX (P.) MATHE (G.) SELIGMANN (M.)
Dermato-Syphiligraphie	CIVATTE (J.) DUPERRAT (B.)
Electro-Radiologie	LEDOUX-LEBARD (C.)
Hématologie	BESSIS (M.) BILSKI-PASQUIER (C.) DAUSSET (J.) DUHAMEL (G.)
Histologie	COUJARD (R.), pr. s. ch. MAROIS (M.) RACADOT (J.)
Hydrologie	BESANÇON (F.) CORNET (A.)
Hygiène	BOYER (J.) pr. s. ch. BLANCHER (G.) CORRE-HURSY (Mme L.) SAPIN-JALOUSTRE (H.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.) DUPONT (V.)
Médecine légale	DERCBERT (L.), pr. s. ch. FOURNIER (E.) GUENIOT (M.) HADENGUE (A.)
Médecine du travail	ALBANARY (C.)
Neuro-chirurgie	PERTUISET (B.)
Obstétrique	GRANJON (A.) HERVET (E.) LE LORIER (G.) LEVY (J.) MORIN (P.) MUSSET (R.) ROBEY (M.) SENEZE (J.) SUREAU (C.) THOYER-ROZAT (J.)
Ophtalmologie	BRÉGEAT (P.) DUBOIS (A.) SARAUX (H.)

	MM.
Orthopédie	JUDET (R.) MEARY (R.) POSTEL (M.) RAMADIER (J.)
Oto-rhino-Laryngologie	DEBAIN (J.) PIALOUX (P.)
Parasitologie	GOLVAN (Y.) LAPIERRE (J.)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J.) BINET (J.-P.) CAUCHOIX (J.) CERBONNET (G.) CHATELIN (C.-L.) DUBOST (Ch.) DUBOST (Cl.) FAUREL (J.) FLABEAU (F.) GARBAY (M.) GARNIER (H.) (Cl. de) GAUDART-d'ALLAINES GERMAIN (A.) LATASTE (J.) LEVEQUE (B.) LOYGUE (J.) MERCADIER (M.) NATALI (J.) PELLERIN (D.) PERROTIN (J.) ROBERT (H.) THOMERET (G.)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J.)
Pathologie expérimentale	BENHAMOU (J.-P.) BERTHAUX (P.) BOIVIN (P.) CROSNIER (J.) HARTMANN (L.) LŒPER (J.) MAURICE (J.) MIKOL (Cl.) RICHET (G.)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M.) BOUVIER (J.) BOUVRAIN (Y.) BRICAIRE (H.) BRISSAUD (H.) BROCARD (H.) BUGE (A.) CATINAT (J.) CHRÉTIEN (J.) COBLENTZ (B.) CONTAMIN (F.) COURY (C.) ÉTIENNE (J.-P.) FREZAL (J.) FRITEL (D.) HENNEQUET (A.) HIMBERT (J.) HOUSSET (E.) LAROCHE (Cl.) LESOBRE (R.) MACREZ (C.) MOREAU (L.) NICK (J.) ROYER (P.) TOURNEUR (R.) WOLFROMM (R.)
Pédiatrie-Puériculture	JOSEPH (R.) LAPOURCADE (J.) LEPERCQ (G.) MANDE (R.) NOZZICHIACCI (P.) POLONOVSKI (C.) ROSSIER (A.) VIALATTE (J.)

	MM.
Pharmacologie	BOISSIER (J.) LECHAT (P.)
Physiologie	BARRES (G.) DEJOURS (P.) DURAND (J.) GIRARD m. conf. HUGELIN (A.) SCHERRER (J.)
Physique médicale	CHANTEUR (J.) COUCEROT (L.), m. conf. pr. s. ch. GREMY (F.) m. conf. MILHAUD (G.) PELLERIN (P.) ROUCAYROL (J.-Cl) TUBIANA (M.) m. conf.
Pneumo phtisiologie	KREIS (B.) MEYER (A.) RENAULT (P.)

	MM.
Psychiatrie	PICHOT (P.)
Psychiatrie infantile	DENIKER (P.) DUCHE (D.) FLAVIGNY (H.) LAPRESLE (J.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)
Stomatologie	CERNEA (P.) CHAPUT (Mme A.) m. c. agr. GRELLET (M.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.) LAMOTTE (M.) MARCHE (J.)
Urologie	AUVERT (J.) MOULONGUET (A.) QUENU (L.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

	MM.
Anatomie	DEBEYRE (J.)
Clinique chirurgicale	ABOULKER (P.) AMFLINE (A.), pr. s. ch. VERNE (J.-M.)
Clinique médicale	PERRAULT (M.) RAMBERT (P.) THIEFFRY (S.)
Clinique obstétricale	GRASSET (J.) MAYER (M.)

	MM.
Clinique ophtalmologique	DESVIGNES (P.) OFFRET (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	MADURO (R.)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R.)
Clinique psychiatrique	BARUK (H.)
Clinique urologique	KUSS (R.)

IV. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie . . . . . HAUDUROY (P.) Pr. s. ch.

Pathologie chirurgicale . . . . . RUDLER (J.) Pr. s. ch.

V. - CHARGÉS DE COURS D'HYGIÈNE SCOLAIRE ET UNIVERSITAIRE : BOLTANSKI (E.), LAUNAY (C.)

Secrétaire général de la Faculté . . . . . M. LENA (J.)

Secrétaire principal . . . . . Mlle CHAINTREUIL (G.)

Conservateur en Chef de la Bibliothèque . Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine . . . . . M. le Docteur HAHN (A.)

Conservateur . . . . . Mlle DUMAITRE (P.)

Bibliothécaires . . . . . Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles LAURENT (H.), LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A Monsieur le Professeur Jean HAMBURGER

qui nous a fait le grand honneur d'accepter la présidence de cette thèse. Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde admiration.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538112_0011

A Monsieur le Docteur Jacques BERNARD

Electroradiologiste de l'Hôpital Broussais,

dont les travaux nous ont inspiré cette thèse. Qu'il nous soit permis ici de lui exprimer notre gratitude pour l'aide qu'il nous a apporté et les sages conseils qu'il nous a prodigués.

INTRODUCTION

Lorsqu'en 1933, Von LICHTENBERG repoussait le terme de "pyélographie descendante" alors attribué à l'urographie intraveineuse et demandait qu'on le remplacât par celui d'urographie par sécrétion (Ausscheidungs Urographie) il affirmait alors que l'U. I. V. "n'était destinée ni à élargir, ni à améliorer le diagnostic anatomique des reins, mais bien à explorer et à découvrir les fonctions vitales de cet organe".

Cependant pendant longtemps, il fut demandé à l'U. I. V. des renseignements identiques à ceux de la pyélographie instrumentale ou ascendante, ne considérant ainsi que l'aspect morphologique de la technique. Plus de trente ans après son apparition, l'urographie est devenue un examen de pratique courante dont les limites et la valeur sont connues mais dont la signification physiologique est encore sujette à bien des controverses.

Une meilleure connaissance des mécanismes de l'excrétion rénale des produits iodés par l'étude de leur "clearance" fut l'oeuvre d'auteurs français tel HAMBURGER et étrangers comme JOSEPHSON, PORPORIS, WHITE. Ces auteurs mirent l'accent sur la signification et la valeur fonctionnelle des images obtenues au cours de l'U. I. V. en pathologie rénale. D'autres auteurs ont apporté leur contribution à cette étude grâce à la découverte des radio-isotopes. L'emploi de l'IODE 131 et l'étude de son élimination rénale ont permis à certains

(MILIEZ , WINTER) de mettre l'accent sur la physiologie de l'élimination des produits iodés en général et, par là même, de préciser la signification fonctionnelle de l'urographie. Il faut citer parmi ces auteurs : BERKSON et coll. , BILLION, KINTER, les travaux de MILIEZ en France, ceux des Suédois : JOSEPHSON, EDLING. Ces auteurs ont surtout précisé certains mécanismes d'excrétion des corps iodés et l'importance des facteurs vasculaires dans l'élimination quantitative en définissant la "capacité vasculaire rénale". Cette capacité limite l'élimination d'une substance de contraste iodée quelle que soit sa concentration plasmatique.

EDLING, EDVALL et HELANDER comparent l'urographie aux tests rénaux classiques et considèrent l'urographie comme un test fonctionnel supplémentaire.

PIEMONTE, après TURANO, faisant le point de nos connaissances actuelles sur l'élimination rénale des moyens de contraste iodés, à la lumière des notions physiologiques acquises, écrit que l'U. I. V. ne doit plus faire appel à des moyens empiriques. La teneur en iode la concentration, la quantité totale et la dose du produit de contraste à injecter (compte tenu du poids du malade) doivent être établis de façon rationnelle.

Pour être rationnel, l'examen de ces problèmes doit s'étayer sur une connaissance approfondie de l'état physico-chimique de ces composés dans le sang et de la physiologie rénale. Il est nécessaire de connaitre parfaitement les mécanismes d'élimination des produits de contraste iodés si l'on veut connaitre la part qu'ils prennent à la filtration glomérulaire, à l'excrétion tubulaire et éventuellement à la réabsorption.

Nous envisagerons successivement de reprendre ces deux problèmes dans leur ensemble : physiologie rénale, élimination des produits iodés avant de les appliquer à l'urographie.

En urographie intra-veineuse, nous nous proposons de déterminer quelle doit être la concentration plasmatique idéale pour obtenir une opacification satisfaisante des cavités pyélo-calicielles d'un rein fonctionnellement normal.

Une relation simple existe entre : concentration plasmatique en iode et dose en cm^3 de produit de contraste à injecter. Le volume plasmatique étant grossièrement proportionnel au poids et à la taille du sujet, la dose à injecter pourra donc être déterminée à partir de ces deux données.

Ce travail comprendra deux parties :

I - Concentration plasmatique utile pour obtenir de bonnes urographies AVEC COMPRESSION ,

2 - Concentration plasmatique utile pour obtenir de bonnes urographies SANS COMPRESSION.

oOo

BASES DE PHYSIOLOGIE RENALE

RAPPEL MORPHOLOGIQUE

Le néphron constitue l'unité embryologique, anatomique et physiologique du rein.

Le rein humain de l'adulte est formé de l'assemblage d'environ 1 million de néphrons unis par un tissu interstitiel dans lequel chemine les vaisseaux et les nerfs.

Chaque néphron comporte :

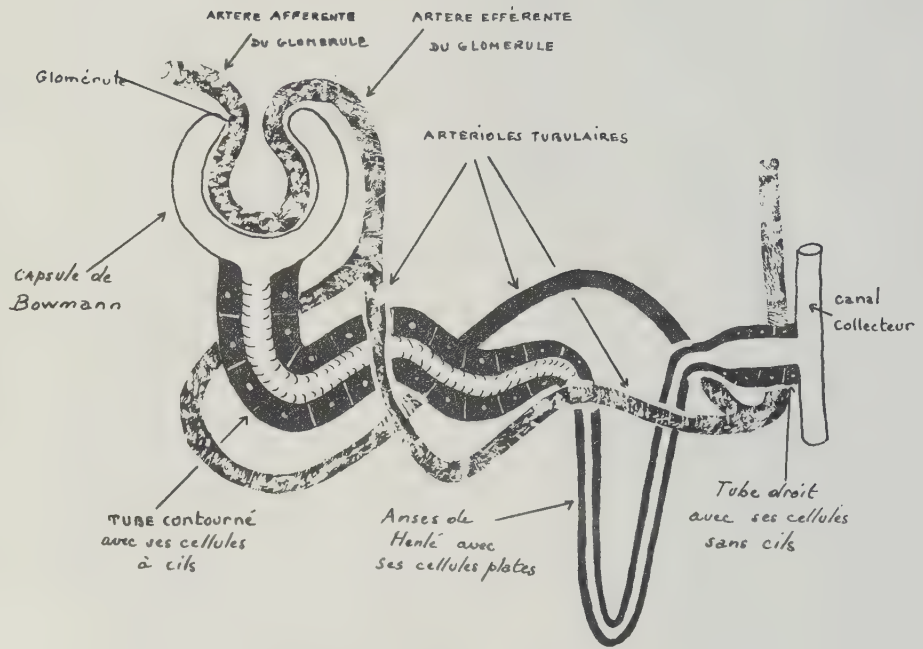
- un glomérule
- un tube urinifère.

1 - Le Glomérule :

Le glomérule est un petit paquet vermiculaire de vaisseaux capillaires artériels, interposés, tel un "système porte" entre une artère afférente et une artère efférente.

Histologie :

Le glomérule ou corpuscule de Malpighi est composé d'un floculus, d'une capsule et de deux artères, afférente et efférente.


ARTERE AFFERENTE DU GLOMERULE
ARTERE EFFERENTE DU GLOMERULE
Glomérule
ARTERIOLES TURULAIRES
Capsule de Bowmann
canal collecteur
TUBE contourné avec ses cellules à cils
Anses de Henlé avec ses cellules plates
Tube droit avec ses cellules sans cils

Le Néphron

a - Le floculus est constitué par l'enchevêtrement d'une série d'anses capillaires. Chacun des capillaires du floculus comprend une membrane basale fibreuse qui en est la charpente ; un endothélium qui repose sur la face interne de la basale et un épithélium qui recouvre la face externe de la basale.

b - La capsule glomérulaire ou de Bowmann entoure le floculus. Elle est formée d'une membrane hyaline revêtue sur sa face interne d'un épithélium aplati qui se continue avec l'épithélium des capillaires du floculus auquel fait suite les cellules du tube.

c - Les artères glomérulaires pénètrent toutes deux dans la capsule au pôle dit "vasculaire" du glomérule. L'artère afférente amène le sang aux capillaires du glomérule ; c'est dans son épaisseur que se trouve une formation cellulaire spéciale : l'appareil neuro-myo-artériel-juxtaglomérulaire : il s'agit de cellules épithélioïdes remplaçant à cet endroit les cellules musculaires de la paroi de l'artériole. Quant à l'artère efférente, elle draine le sang du floculus vers le second épanouissement capillaire qui, va irriguer le tube urinifère du même néphron.

2 - Le tube urinifère :

C'est un long canal qui fait suite au glomérule et qui parcourt un long trajet sinueux et maintes fois replié sur lui-même. Sa longueur totale est d'une vingtaine de millimètres. Il comprend deux segments :

a - Le segment proximal, ou tube contourné est bordé de grandes cellules cylindriques à noyau sphérique qui offrent tous les traits histologiques de cellules hautement différenciées limitées du côté qui regarde la lumière du tube, par une bordure en brosse. L'anse de HENLE s'enfonce vers la zone médullaire du rein par une branche descendante étroite aux cellu-

les très plates, puis remonte vers la zone corticale par une branche ascendante beaucoup plus large dont les cellules de nouveau volumineuses ressemblent à celles du segment distal.

b- Le segment distal est formé de cellules cubiques au protoplasme relativement clair et renfermant moins de granulations que les cellules du tube proximal et paraissant moins différentiées : il n'y a pas de bordure en brosse.

Le segment distal aboutit finalement au système de tube excréteur qui conduira l'urine vers les cavités excrétrices.

Cependant, tous les néphrons ne sont pas identiques. Certains dont les glomérules siègent dans la zone superficielle du cortex ont une artère efférente plus petite que l'artère afférente alors que cette différence est presque nulle pour les glomérules juxta-médullaires. (travaux de HUBER 1935, OLIVIER 1944, TRUETA, BARCLAY, DANIEL, FRANKLIN, PRICHARD 1947).

Les tubes de la première variété seraient plus courts, auraient une anse de HENLE plus petite et descendrait à peine dans la zone médullaire. Ils seraient irrigués uniquement par le réseau capillaire intertubulaire.

A l'opposé, les tubes nés des glomérules juxta-médullaires, seraient longs (28,8 mm. en moyenne), auraient une anse de HENLE étendue et profonde et seraient irrigués par des vaisseaux larges "les vasa recta" dont la mince paroi est à cet endroit au contact de la paroi du tube.

MECANISME DE LA FONCTION RENALE - PHYSIOLOGIE DE LA FORMATION DE L'URINE.

Les reins éliminent chaque jour 1000 à 1800 cm3 d'urine qui charrie en solution saline, l'essentiel des excréta du métabolisme azoté.

La formation de l'urine se fait en deux temps :

- au niveau du glomérule une partie du plasma (1/5 environ) "ultra filtre",

- les 4/5 restants sont acheminés par l'artère efférente du glomérule vers les capillaires du tubule dont les cellules effectuent une double opération : elles prélèvent dans le plasma de nouveaux éléments qu'elles excrètent dans la lumière du tube rénal ; elles opèrent une sélection parmi les éléments de l'urine glomérulaire qui sont presque entièrement réabsorbées au niveau du tube rénal, négligeant les uns, retenant les autres.

a - La filtration glomérulaire :

20% du plasma filtre au travers de la paroi des capillaires du glomérule soit environ 120 à 130 cm3 par minute pour les deux reins d'un homme adulte (soit 170 à 190 litres/24 heures).

Cette urine primitive renferme toutes les substances diffusibles du plasma à la même concentration que dans le plasma. Seules les protéines et les graisses ne passent pas. Certaines substances comme l'INULINE, le MANNITOL, l'HYPOSULFITE DE SODIUM, filtrés par le glomérule ne subissent au cours de la traversée tubulaire, ni réabsorption ni excrétion de la part du tubule et permettent donc de calculer le volume du filtrat glomérulaire.

Pour faire filtrer le plasma , la pression sanguine est la seule source d'énergie (10 cm de Hg). Elle doit vaincre deux résistances :

- la pression oncotique des protéines du plasma (pression oncotique de 3 cm de Hg),

- la contre-pression assurée par le tubule (2 cm de Hg).

Il résulte de ces données que la pression de filtration glomérulaire chez l'homme normal est de 5 cm de Hg.

Si le choc, le spasme, la sclérose des artères rénales réduit la pression glomérulaires au-dessous de 5 cm de Hg il y aura oligurie.

Le mécanisme de la filtration glomérulaire est donc un mécanisme théoriquement simple:

- les concentrations en glucose, urée, chlore, sodium, phosphates inorganiques, acide urique, etc... sont identiques dans le plasma et dans le liquide glomérulaire,

- l'urine glomérulaire, qui renferme moins de 0,15 gramme de protéine par litre, est dépourvue de protéines dont le poids molléculaire est égal ou supérieur à 70.000.... celles qui sont égales ou inférieures à 68.000 (hémoglobine) sont éliminées par le rein. Il existe donc un poids moléculaire limite qui sépare les substances que le glomérule laisse filtrer. Cependant, le glomérule du sujet normal laisse filtrer 0,15 g par litre d'albumine que le tube réabsorbe.

LES FONCTIONS TUBULAIRES

a - Réabsorption :

Presque tous les constituants normaux des humeurs de l'organisme sont l'objet d'une réabsorption par le tube rénal. Elle peut être totale (glucose) ou partielle (urée, acide urique, acides aminés, etc..) L'eau enfin est réabsorbée dans une proportion très importante puisque 1 ou 2 cm3 d'urine par minute sont éliminés alors que le glomérule, ainsi que nous l'avons vu, en filtre 130 cm3 par minute.

b - Excrétion :

Certaines substances sont excrétées dans le tube rénal et ainsi éliminées de l'organisme. Il en est ainsi de certaines substances étrangères (médicaments, pénicilline, P.S.P., etc...)

c - Sécrétion :

D'autres substances sont synthétisées par les cellules du tubule et sont déversées dans la circulation. Ainsi le tube rénal est responsable de l'ammoniogénèse qui a lieu pour 60% aux dépens de la glutamine et pour 40% des acides aminés du plasma (NASH et BENEDICT 1921).

L'ammoniaque ainsi formé neutralise chaque jour 30 à 50 mEq d'acide en excès.

Tels étaient jusqu'à ce jour, de façon très schématique , les éléments de base de la physiologie rénale. Or les travaux de WIRZ ont montré qu'il fallait compter sur un troisième élément dans l'élaboration de l'urine : LE TISSU INTERSTITIEL.

Ainsi que l'explique C. RICHET, "le rôle du tissu interstitiel doit être envisagé sous un double aspect :

celui des transferts cellulaires actifs, qui, traditionnellement assument la responsabilité de la retouche de l'urine au cours de son cheminement dans le néphron et celui de la diffusion passive, processus physiologique dont l'importance apparait constante.

Les transferts cellulaires actifs :

Les cellules du tubule ont un pôle au contact de l'urine en voie d'élaboration l'autre étant baigné par les liquides interstitiels. Le travail de la cellule consiste à transférer de manière active les constituants de l'un de ces liquides dans l'autre.

Le passage d'une quantité constante d'une substance de l'urine tubulaire dans le liquide interstitiel, ou vice versa, nécessite donc un travail actif où il est capital de tenir compte de la composition des liquides interstitiels.

Jusqu'à ces dernières années, on ne faisait guère appel aux processus de diffusion passive dans l'élaboration de l'urine primitive. Le seul segment du néphron où l'on supposait une telle intervention était le tube proximal. On n'envisageait pas qu'il put en être de même dans le tube contourné distal et la partie terminale du néphron réputée imperméable. Or de nombreux exemples ont pu être donnés montrant l'importance des processus de diffusion passive dans l'élaboration de l'urine : échanges s'effectuant presque uniquement dans le sens lumière tubulaire ⟶ liquide interstitiel, transferts, dans le sens liquide interstitiel ⟶ lumière tubulaire.

Qyant aux mécanismes qui règlent la composition du liquide interstitiel du rein, WIRZ, HARGITAY et KUHN ont montré que l'anse de HENLE comprend deux branches parallèles que l'urine parcourt en sens contraire et que les boucles vasculaires des vasa recta suivent un trajet analogue. Ce dispositif évoque, pour les auteurs, un "système à contre courant", permettant

de maintenir , par échange passif d'eau à travers le liquide interstitiel un gradient de concentration longitudinal important entre les extrêmités et le fond des circuits dessinés par l'anse de HENLE et les vasa recta.

Si un tel système fonctionne non plus passivement mais est susceptible de créer une différence de concentration le long des tubes échangeurs , il devient un "système multiplicateur" capable de créer un gradient osmotique considérable d'une extrêmité à l'autre du circuit ayant une paroi commune".

Ainsi WIRZ introduit en physiologie ce troisième élément : le liquide interstitiel. Il faudra donc compter en plus de la filtration glomérulaire, de la réabsorption et de l'excrétion tubulaire , sur les phénomènes de diffusion passive, devant toute étude portant sur le mécanisme de l'élimination d'un constituant de l'urine.

On entrevoit ici le rôle du liquide interstitiel dans l'élimination rénale des composés iodés et sans doute la part qu'il prend dans la formation de certaines images radiologiques.

LES CLEARANCES

La notion de clearance :

On traduit généralement "clearance" par : "coefficient d'épuration plasmatique" . Autrement dit, la clearance mesure, pour une substance donnée, la quantité de plasma épuré par le rein en une minute.

Soit un corps présent dans l'urine à la concentration U.

Le rein élimine V cc pendant une minute.

La quantité globale de la substance éliminée par le rein en une minute est U x V ce qui revient à dire que la quantité U x V de substance a été prélevée dans le sang par le rein en une minute.

soit P la concentration plasmatique de la substance Le volume du plasma dans lequel la substance était dissoute est :

$$\frac{U \times V}{P}$$

$\frac{U \times V}{P}$ cc de plasma ont été épurés en une minute. Ce volume mesure la CLEARANCE. Il faut alors faire appel à une substance qui ne soit pas métabolisée par l'organisme, qui soit dosable avec précision. Il faut en outre que la mesure soit faite pendant une période ou la concentration plasmatique varie peu et que l'on puisse opérer sur un laps de temps assez long pour pouvoir mesurer avec précision le volume de l'urine émise.

Clearance et physiologie rénale :

Toutes les substances qui filtrent à travers le glomérule ne sont pas réabsorbées par le tubule (mannitol, inuline) et ont une clearance dite "glomérulaire" de 120 à 130 ml égale au volume du filtrat glomérulaire. La mesure de la clearance au mannitol permet donc d'apprécier la filtration glomérulaire.

Toute substance filtrable dont la clearanee est inférieure à la clearance glomérulaire (urée) est plus ou moins réabsorbée par le tubule. La différence entre la clearance d'un tel corps et la clearance glomérulaire mesure l'importance de la réabsorption tubulaire.

Lorsque la substance est totalement réabsorbée par le tubule, sa clearance est égale à 0.. c'est le cas du glucose à l'état physiologique.

Toutes les substances dont la clearance est supérieure à la clearance glomérulaire sont excrétées au niveau du tubule : la clearance d'un tel corps (créatinine exogène, pénicilline) représente la somme de la filtration glomérulaire et de l'excrétion tubulaire. Certains corps (acide para-amino-hippurique) sont ainsi totalement épurés du plasma dès leur premier passage dans le rein. clearance de ce corps permet donc d'apprécier le FLUX PLASMATIQUE RENAL. Il est de 700 ml par minute chez l'adulte dont la surface corporelle est de I,73 m2.

Mais en fait, ces données sont très schématiques et l'interprétation des clearances est actuellement infiniment plus complexe : une clearance inférieure à la clearance glomérulaire peut s'observer pour un corps excrété.

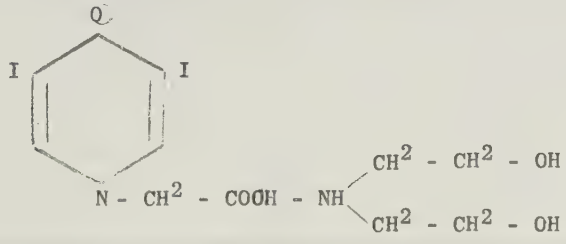
oOo

ELIMINATION RENALE DES PRODUITS IODES

L'élimination des produits de contraste iodés a fait l'objet de nombreux travaux parmi lesquels il faut citer ceux de EDLING, EDWALL et Coll. de JOSEPHSON, WINTER, LANGECKER et JUNKERMANN, de PIEMONTE en Italie, PORPORIS, de MADSEN qui a comparé l'élimination rénale des diiodés chez un même sujet. En effet, il existe deux variétés de composés iodés dont les mérites et les inconvénients réciproques sont encore actuellement discutés : les diiodés et les triiodés.

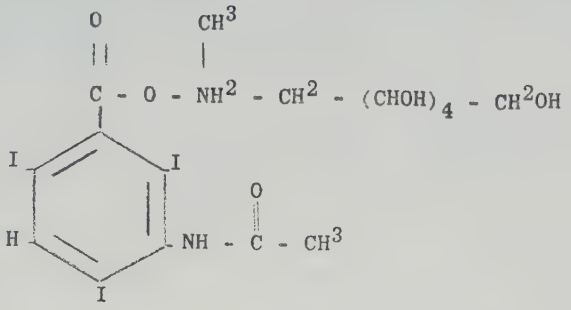
PIEMONTE dresse, dans son article récapitulatif "sur l'élimination rénale des produits iodés" une liste des moyens de contraste employés en Italie. Pour notre part, notre étude portera sur deux sortes de produits couramment employés en France :

1 - le 3,5,diiodo-4-pyridone N acétate de Di-éthanolamine (1) répondant à la formule :



(1) commercialisé sous le nom de DIODONE GUERBET appelée produit D dans le texte.

2 - le sel de méthylglucamine de l'acide acétyl-amino-triiodo-benzoïque (1) répondant à la formule :



L'un et l'autre produit sont couramment employés en Urographie intra-veineuse.

a - Clearances des diiodés :

La clearance des diiodés est de 760 ml/min. ce qui signifie que la diodone qui se trouve dans les urines est éliminée en partie par le glomérule et en partie excrétée par les tubes.

D'après les recherches de JOSEPHSON (1952) la valeur de clearance du DIODRAST est constante seulement si la concentration dans le plasma varie suivant certaines limites et pas au delà ce qui est loin d'être le cas au cours de l'urographie. En effet, les limites de concentration plasmatique entre lesquelles les valeurs de clearance de la DIODONE reste constante varient entre 1 et 50 mg d'iode par 100 cc.

Pour des concentrations plasmatiques supérieures, la valeur de clearance commence à diminuer. On appelle ce phénomène la "self dépression" de la clearance. Le travail d'excrétion tubulaire augmente pro-

---

(1) commercialisé sous le nom de VASURIX, appelée produit V dans le texte.

proportionnellement à l'augmentation de la concentration plasmatique de la substance à éliminer seulement pour des valeurs contenues dans une limite déterminée maxima et pas au-delà.

Pour les auteurs de langue anglaise, la "dépression limit" ou limite de saturation est représentée par la concentration de 50 mg d'iode pour I00 cc. Au-dessus de cette limite, seule augmente la quantité de substance à éliminer par filtration glomérulaire alors que la quantité de substance excrétée par le tubule n'augmente plus avec l'augmentation de la concentration plasmatique.

On définit alors la concentration maxima de substance en mg. qui peut être excrétée par les tubes en 1 minute.

TUBULAR MAXIMAL ou Tm

SMITH et Coll. donnent une valeur moyenne normale de Tm de la DIODONE :

- à 5I, 8 ± 8, 73 chez l'homme,
- à 42, 6 ± chez la femme.

Il ne semble pas exister chez l'homme de "self dépression" du Tm.

b - Clearance des triiodes :

Les travaux de LANGECKER sur le 3, 5 , diacétyl-amino 2, 4, 6, triiodobenzoate de Na, tendent à prouver que ce produit présente des valeurs de clearance très voisines de celle de l' inuline et sont excrétées par les tubes en très petite quantité. LANGECKER et Coll. ont trouvé, chez le chien, des valeurs de clearance supérieures à celle de l'inuline seulement pour des concentrations plasmatiques en iode de 1 mg%. Pour des concentrations

plasmatiques supérieures, le moyen de contraste est donc éliminé à peu près complètement par filtration glomérulaire. Cette valeur qui, pour PORPORIS est de 0,I5 mg d iode/minute et par kilo pour le chien, représente le Tm de la substance en question. En outre la valeur de la clearance de ce produit est pratiquement égale à celle de l'inuline.

La différence qui existe entre le Tm des produits de contraste iodés est le reflet de modes d'élimination différents.

Le Tm des diiodés se situe au voisinage de 50 mg d'iode/minute et l'excrétion tubulaire représente 30% de l'élimination totale (Cf p. 21).

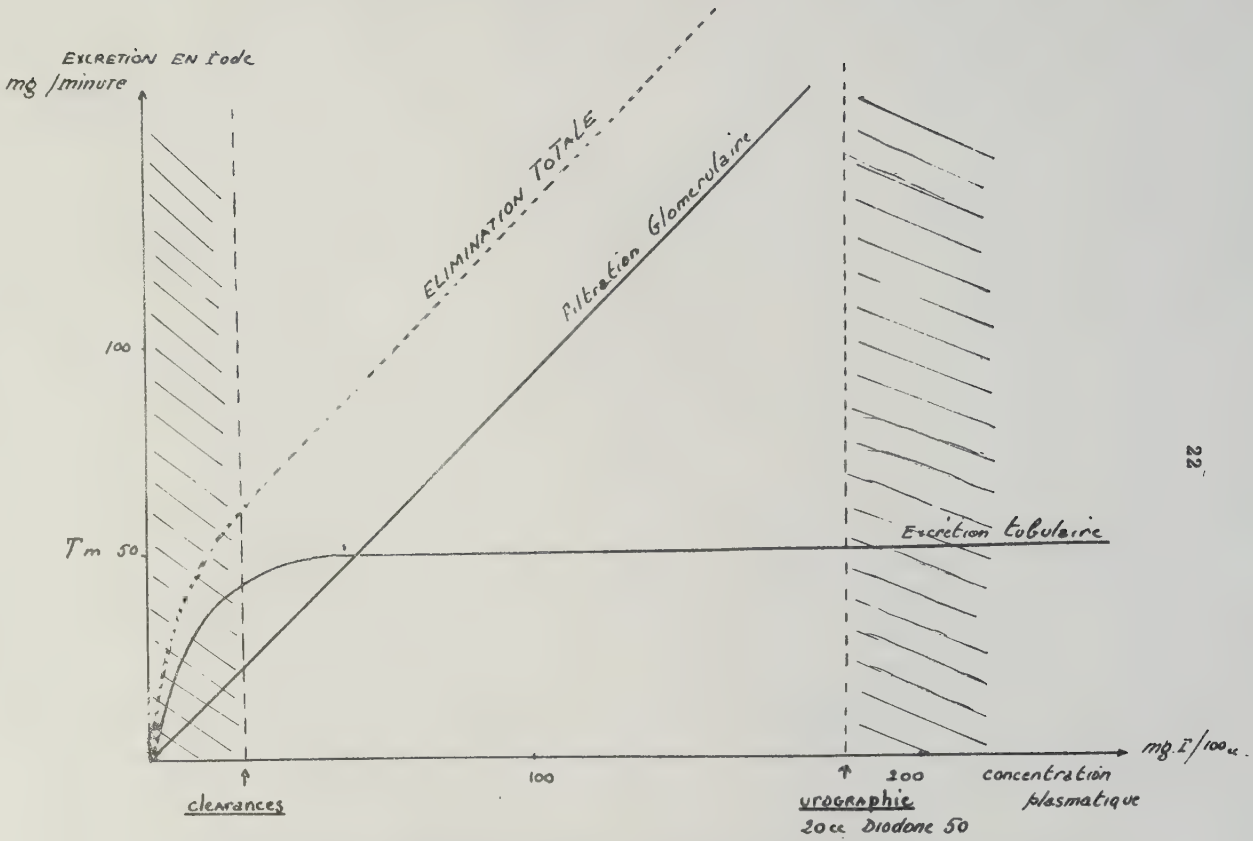
Le Tm des triiodés se situe autour de 5 mg d'iode/minute et représente 4% environ de l'élimination totale : l'élimination se fait surtout par filtration glomérulaire (Cf. schéma p. 22).

c - Cléarance rénale et Urographie :

Nous avons vu que, lorsque l'on mesure la clearance d'un produit iodé, l'élimination dépend, en raison des faibles concentrations plasmatiques réalisées, à la fois de la filtration glomérulaire et de l'excrétion tubulaire (pour les diiodés tout au moins).

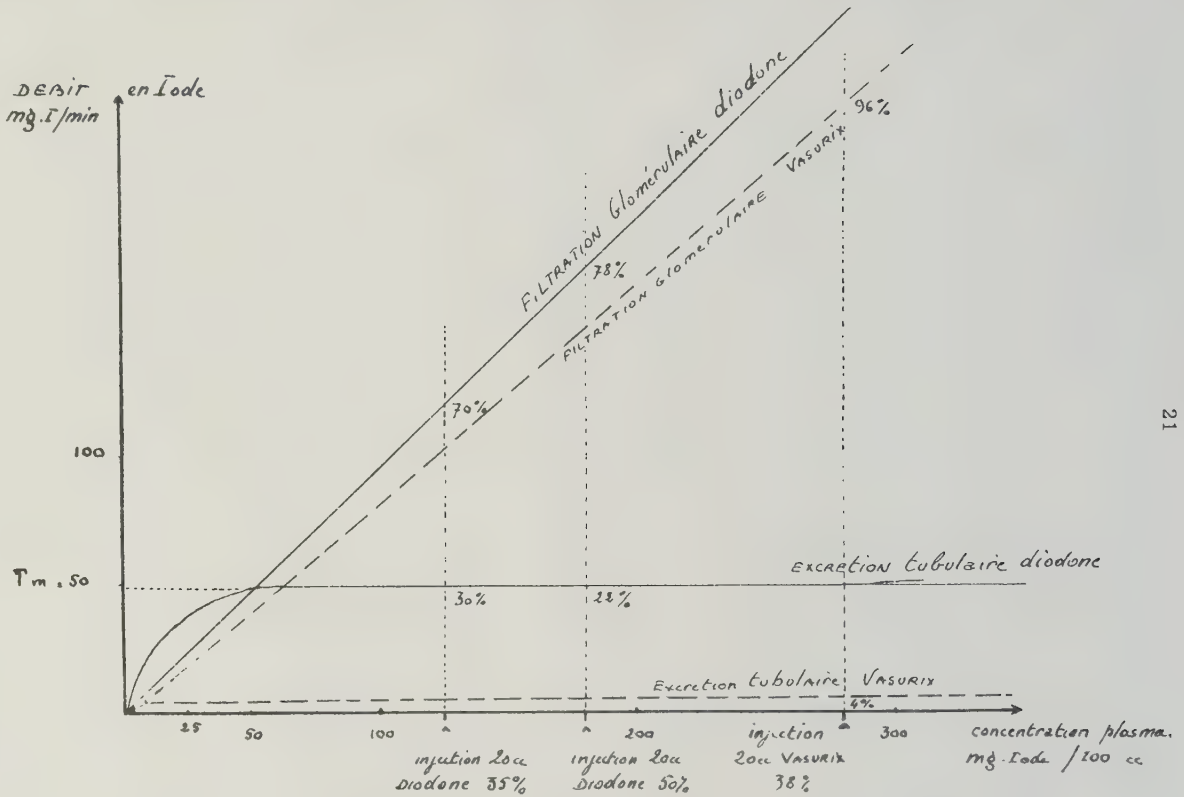
Au contraire, l'opacification des cavités rénales nécessite des concentrations plasmatiques en iode de l'ordre de 200 à 250 mg pour I00 cc dépassant largement les possibilités d'excrétion tubulaire.

L'intensité de l'opacification dépendra donc essentiellement du taux de filtration glomérulaire, secondairement seulement de l'excrétion tubulaire surtout en ce qui concerne les triiodés. Cependant les pourcentages de filtration et d'excrétion varient constamment après l'injection dans le sens d'une augmentation de l'excrétion tubulaire.



Courbe montrant l'excrétion rénale globale en fonction de la concentration plasmatique de la substance iodée (D'après JOSEPHSON).

Par suite de la limitation de l'excrétion tubulaire, (Tm) la part prise par la filtration glomérulaire dans l'élimination totale augmente avec la concentration plasmatique.



Excrétion de la diodone et du VASURIX dans les minutes qui suivent l'injection.

(D'après PORPORIS et JOSEPHSON, modifié par GUERBET)

d - Facteurs d'opacification des cavités rénales .

L'opacification des cavités rénales au cours de l'urographie dépend d'un ensemble de facteurs :

1 - De la quantité du moyen de contraste éliminé par le rein dans l'unité de temps.

- La quantité d'iode éliminée par le rein en une minute (ou débit urinaire) est proportionnelle à la concentration d'iode dans le plasma.

- Elle est aussi fonction de la rapidité de filtration glomérulaire et des facteurs qui la règlent (pression de filtration), de la rapidité de la réabsorption tubulaire de l'ultra-filtrat.

- De la valeur de clearance du produit iodé et en particulier de son Tm.

2 - De la concentration plasmatique du produit de contraste iodé.

La concentration plasmatique dépend donc de la quantité d'iode injectée et du volume plasmatique. Ce volume est grossièrement proportionnel au poids et à la taille du sujet.

3 - Du volume des cavités rénales et les conditions du flux urinaire.

Physiologiquement, le volume des cavités urinaires n'est pas identique pour tous les sujets : il peut être plus ou moins grand, en rapport avec les dimensions du rein et la masse du parenchyme fonctionnant.

Ainsi, s'il n'existe pas d'altération du flux urinaire, le contraste dépendra surtout de la concen-

tration plasmatique.

Dans les conditions pathologiques, plusieurs cas peuvent se produire selon que le flux urinaire est seulement ralenti , que les cavités rénales sont dilatées ou que l'une et l'autre conditions sont réunies. Il est alors courant dans ces conditions d'obtenir des images de moins bonne tonalité.

Une exception doit cependant être faite lorsque le ralentissement du flux urinaire est dû à la compression et que l'iode contenu dans l'urine s'accumule en amont de l'obstacle.

EN CONCLUSION

L'excrétion tubulaire ne joue , pour les triiodés, qu'un rôle minime dans l'opacification des cavités rénales. Elle ne reprend une certaine importance en ce qui concerne les diiodés, que dans la phase tardive de l'urographie lorsque la concentration plasmatique a déjà diminué.

Une baisse de la valeur fonctionnelle tubulaire, évaluée par une diminution des clearances à la créatinine ou de la P. S. P. ne sera pas accompagnée d'une insuffisance d'opacification rénale par urographie si les glomérules ont conservé leur fonction.

Par contre, une opacification insuffisante peut être due :

- soit à une concentration plasmatique insuffisante
- soit à un facteur vasculaire local ou général plus qu'à une atteinte propre des cellules rénales.

Si HICKEL, CORNET, WILSON, WOODRUF ont trouvé certaines corrélations entre les résultats de l'U. I. V. et les cléarances de la créatinine et de la P. S. P. les travaux d'EDLING et de PIEMONTE ainsi que ceux de WINTER révèlent d'importantes discordances entre les résultats des épreuves fonctionnelles et l'opacification par urographie.

oOo

INTERET ET DETERMINATION DE LA DOSE UTILE DE PRODUIT DE CONTRASTE EN UROGRAPHIE

Dans leur travail, J. BERNARD et M. LAVAL JEANTET : "sur le mécanisme d'élimination et dosage optimum en urographie chez l'enfant", reconnaissant que les accidents dus au surdosage du produit de contraste sont en réalité exceptionnels, note néanmoins une élimination intense et prolongée fréquente, surtout si on la compare aux résultats obtenus chez l'adulte.

PIEMONTE, tirant les conclusions des données modernes de physiologie rénale, pense qu'il n'est pas nécessaire et même à certains égards, inutile d'employer le moyen de contraste à de très fortes concentrations, contrairement à l'avis de certains auteurs comme PORPORIS, ZINK et Coll. , WAITE BOHNE et CHRISTESON.

En effet, le même PIEMONTE s'en rapportant au volume plasmatique de sujets de taille et de poids très différents, conseille, afin d'obtenir une concentration plasmatique identique en produit de contraste, d'employer tantôt une ampoule d'une solution à 35%, tantôt une ampoule d'une autre solution à 50%.

TONIOLO, dans sa recherche sur la valeur fonctionnelle de l'urographie était déjà arrivé à des conclusions analogues au sujet de l'emploi des moyens de contrastes iodés à 35 et 50%.

L'adaptation rationnelle de la dose de produit de

contraste injectée répondait, pour Jacques BERNARD et M. LAVAL, à trois préoccupations : injection d'une dose strictement utile, intérêt d'obtenir des images contrastées possédant de bonnes gradations d'opacité sans que l'opacification s'étende au delà de l'examen, possibilité théorique de faire de l'urographie une meilleure épreuve fonctionnelle en éliminant un facteur variable.

Nous avons vu dans les chapitres précédents, que l'opacification des cavités rénales et la néphrographie dépendent d'une part de facteurs vasculaires et hémodynamiques ; d'autre part de la filtration glomérulaire, elle-même proportionnelle à la concentration plasmatique du produit de contraste.

Cela est d'autant plus vrai qu'il s'agit de produits de contraste triiodés dont le Tm est très faible.

Il est donc raisonnable de chercher pour chaque sujet, à réaliser des concentrations plasmatiques voisines permettant ainsi des appréciations comparatives.

a - Détermination du volume plasmatique :

Le volume plasmatique varie avec l'âge et la corpulence de l'individu. Il en est ainsi de tous les compartiments liquidiens de l'organisme. On a tenté de rapporter le volume plasmatique au poids corporel. Or, les chiffres obtenus ne sont pas valables chez l'enfant pour lesquels une correction supplémentaire est nécessaire.

PETERS a montré que si l'on adopte comme coefficient de correction la surface cutanée, la proportion reste valable quel que soit l'âge. Ce facteur est également employé par LEVEQUE, ROYER et MAC CANCE dans la correction des valeurs de clearance chez l'enfant après un an.

La surface cutanée est aussi la base la plus simple, selon FREY, de calculer la posologie des médicaments en pédiatrie.

C'est pour cette raison qu'il nous a paru nécessaire de rapporter à la surface corporelle le dosage des produits de contraste utilisés en urographie.

b - Détermination de la concentration plasmatique utile :

L'ensemble de ces travaux porte sur un produit de contraste triiodé : le sel de méthylglucamine de l'acide acétyl-amino-triiodo-benzoïque, dont la formule développée a été donnée plus haut et que nous appelons "produit V".

Ce produit existe sous plusieurs formes réalisant des concentrations croissantes d'iode par cm3:

- faible : contenant 250 mg d'iode par cm3 : V 25
- moyen : contenant 380 mg d'iode par cm3: V 38
- fort : contenant 500 mg d'iode par cm3 : V 50

ces différents dosages ont été utilisés au cours de cette étude.

La concentration plasmatique choisie a été déterminée dans un premier temps en se basant sur les prescriptions habituelles du fabricant, soit, pour un adulte normal de 70 kg, une ampoule de 20 cc de V 38 correspondant à 7,60 g d'iode.

Si l'on admet que le volume plasmatique d'un adulte moyen est de 2800 cm3, la concentration plasmatique réalisée sera :

$$C = \frac{7.600}{2.800} = 271 \text{ mg d'iode pour I00 cm3 de plasma}$$

Le volume plasmatique étant proportionnel à la

surface cutanée, elle-même proportionnelle au poids et à la taille du sujet, on peut rapporter directement la dose à l'unité de surface, le mètre carré.

L'adulte moyen auquel sera injecté les 7.600 mg d'iode, présente une surface corporelle de I,73 m2. La concentration par m2 sera donc:

$C' = \frac{7.600}{1,73} = 4.390$ mg d'iode par m2 de surface corporelle.

Les premiers essais cliniques furent réalisés d'abord par Jacques BERNARD et M. LAVAL au cours de 75 urographies pratiquées chez des sujets d'âge divers allant de quelques mois à l'âge adulte et avec des dosages variés de V 25 ou V 38.

Les conclusions que tirent les auteurs de cette étude font ressortir que ce dosage réalise une concentration excessive d'iode.

Le résultat de chaque urographie était apprécié et noté de la manière suivante :

- RESULTATS EXCESSIFS : opacification très dense et prolongée,
- RESULTATS BONS : opacification contrastée et de durée normale,
- RESULTATS PASSABLES : opacification peu contrastée mais lisible,
- RESULTATS MEDIOCRES : opacification insuffisante et brève.

Ces résultats sont rapportés sur un graphique ou figurent la qualité de l'opacification en fonction de la quantité injectée par m2. Les auteurs déterminent alors statistiquement la dose optimale d'iode à injecter par m2 de surface corporelle, soit 230 mg par 100 cm3 de plasma, dose nettement inférieure à celle

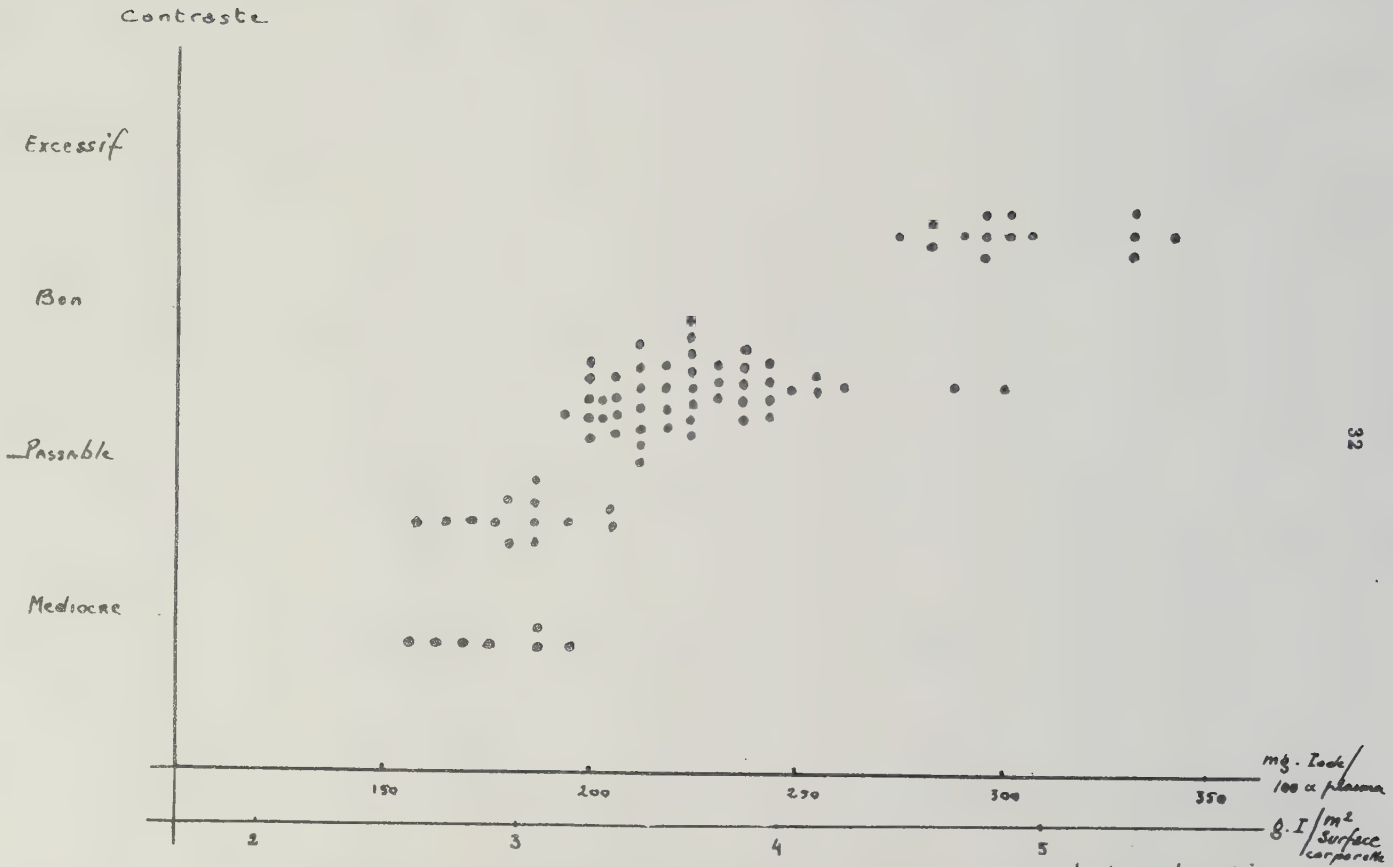
préconisée par le fabricant.

Ainsi chez l'adulte moyen, une injection intraveineuse de I7 cm3 du produit étudié (V 38) représente la dose UTILE, LA QUANTITE NECESSAIRE ET SUFFISANTE de produit de contraste pour obtenir une bonne opacification des reins qui ne présentent pas d'anomalie fonctionnelle ou organique grave.

c - Utilisation pratique :

En partant des tables de DUBOIS, il est possible d'établir directement les abaques de dosage en remplaçant la colonne "surface" par la quantité d'iode à injecter , ou plus simplement par le nombre de cm3 de produit de contraste à injecter.

Des abaques ont ainsi été utilisées par J. BERNARD et M. LAVAL-JEANTET pour le V 38, employé chez l'adulte et le grand enfant.

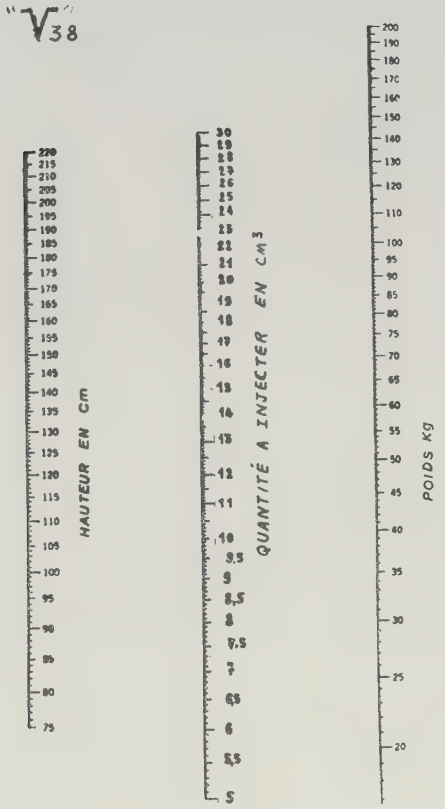


Qualité de l'opacification obtenue par urographie intraveineuse avec compression en fonction du dosage de l'iode plasmatique rapporté à l'unité de surface cutanée.

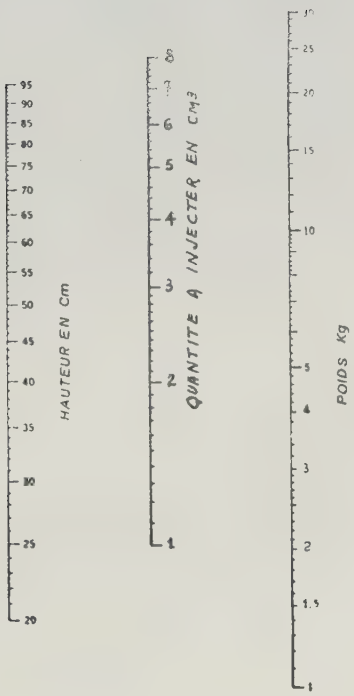
UTILISATION PRATIQUE

En partant des tables de DUBOIS, il est possible d'établir directement les abaques de dosage en remplaçant la colonne "surface" par la quantité d'iode à injecter, ou plus simplement par le nombre de cm3 de produit de contraste à injecter.

Des abaques ont ainsi été utilisées par J. Bernard et M. Laval-Jeantet pour le V 38, employé chez l'adulte et le grand enfant.



Abaques permettant de calculer la dose en V 38 chez l'adulte en fonction du poids et de la taille



Abaques permettant de calculer la dose en V 38 chez l'enfant en fonction du poids et de la taille

UROGRAPHIE AVEC COMPRESSION

Dans un premier temps, il s'agissait pour nous d'établir le bien-fondé de la thèse de Jacques BERNARD et M. LAVAL-JEANTET concernant l'emploi d'une dose "utile" en urographie intra-veineuse avec compression.

Depuis les travaux de COLIEZ, l'unanimité s'est pratiquement faite pour reconnaitre à la compression urétérale un auxiliaire souvent indispensable pour obtenir de meilleures images des calices et mieux analyser la morphologie pyélo-calicielle. C'est pourquoi nous avons réservé de préférence cette technique aux sujets jeunes et à tous les malades pour lesquels il était souhaitable d'obtenir des images fines des calices et du bassinet. (Recherche d'une tuberculose au début d'une malformation congénitale ou acquise, etc....).

Nous rapportons ici 89 cas d'urographies pratiquées suivant cette méthode. Les résultats ont été classés suivant la technique adoptée par M. LAVAL-JEANTET en excellents, bons, passables, médiocres.

Nbre total de cas	Résultats	Nbre de cas	%	
89	Excellents	6I	68,5)	
	Bons	I8	20,2)	95,5%
	Passables	6	6,8)	
	Médiocres	4	4,5	

Urographies avec compression - Dose utile.

a - Interprétation des résultats :

Nous voyons donc que 95,5% des résultats ont pu être classés : Excellents, Bons ou Passables. Parmi les résultats excellents et bons il s'agissait pour la plupart de sujets jeunes et de faible corpulence, ayant des tests rénaux normaux et ne présentant pas d'affection majeure. Certains résultats classés "passables" intéressaient en fait des sujets dont l'âge moyen était de 62 ans, certains étant franchement obèses. Ces facteurs à eux seuls pouvaient expliquer la qualité "moyenne" des clichés. 4 urographies seulement furent classées "médiocres".

Nous sommes donc en mesure de conclure que les doses préconisées par J. BERNARD et M. LAVAL-JEANTET sont suffisantes pour obtenir, d'une façon habituelle, une urographie de bonne qualité.

b - Discussion de la méthode :

Il est certain que la compression urétérale, en augmentant la pression intra-calicielle et en comprimant les gros vaisseaux abdominaux modifie certainement les conditions physiologiques de la sécrétion rénale. C'est une des raisons pour lesquelles actuellement cette technique est rejetée par un nombre important de praticiens.

Des travaux récents (MALVIN 1957) ont montré que le blocage urétéral à l'aide d'une sonde était capable de stopper la filtration glomérulaire tout en augmentant sensiblement la part de l'excrétion tubulaire (technique du "stop flow" ou "diurèse interrompue", permettant d'étudier l'excrétion de certaines substances). Or, une compression urétérale efficace est susceptible de bloquer la filtration glomérulaire sans modifier les échanges tubulaires.

Dans ces conditions on comprend mal les raisons pour lesquelles, après compression, on obtient des images de bonne qualité alors que la filtration glomérulaire est stoppée. Sans doute la compression est suffisamment tardive (généralement 5 à 8 minutes après injection) pour que la plus grande quantité du produit de contraste ait eu le temps d'être éliminée dans les cavités rénales.

Par ailleurs, entre le moment où la compression est installée et celui où s'égalisent les pressions, il s'écoule un certain laps de temps pendant lequel le produit de contraste continue à être sécrété. Généralement, la quantité d'iode présente dans les calices et le bassinet est suffisante par rapport à celle de l'urine dans laquelle elle se dilue pour que l'opacité des cavités soit satisfaisante.

En fait, la compression urétérale réalise un "stop flow" incomplet. En stop flow complet, il n'y aurait aucune sécrétion de produit opaque visible. Par contre, en stop flow incomplet, s'il y a bien diminution de la filtration glomérulaire, il y a exagération de la réabsorption tubulaire de l'eau et par là même, concentration du produit de contraste dans les cavités rénales.

oOo

UROGRAPHIE SANS COMPRESSION

Il est certains sujets chez lesquels la compression urétérale est contre indiquée : il en est ainsi des opérés récents, des abdomens douloureux, des coliques néphrétiques, des malade fatigués, de certains vieillards; etc... Chez ces sujets, on sera donc amené à pratiquer une urographie sans compression.

Cet examen semble à l'heure actuelle de plus en plus apprécié car il permet de suivre l'élimination rénale du produit de contraste d'une façon plus physiologique. Il est possible dans certaines conditions d'apprécier certaines inégalités de tonalité entre les deux reins, certains retards dans l'apparition de la sécrétion, certaines atonies ou hypertonies ainsi que le transit urétéral du produit de contraste... autant de données qui ont, pour le praticien, une importance au moins aussi grande que les données anatomiques. Certains d'ailleurs utilisent cette technique de façon systématique.

Cependant, chez ces patients, l'injection d'une dose "standard" habituellement utilisée en urographie avec compression ne permet d'obtenir que des images radiologiques des cavités rénales médiocres ou tout du moins inconstantes, brèves et de qualité faible.

Il était donc logique de chercher quelle pouvait être la dose utile à injecter en urographie sans compression pour obtenir une qualité d'images généralement satisfaisante.

Nous nous sommes inspirés de ce que préconise ECOIFFIER dans le cadre du service de BROUSSAIS pour de bonnes images urographiques : l'injection de fortes doses de produit de contraste : soit 30 à 40 cc de "V 38 ou 20 cc de "V 50". Aidés en cela par l'expérience acquise dans ce même service en radiologie vasculaire, Nous avons pu constater en effet que les très fortes doses injectées (I, 5 ml de Vasurix 50 par kilo de poids) en angiocardiographie élargie, donnaient de très bonnes images des reins. Mais on ne saurait injecter de telles doses en urographie sans faire courir au malade certains risques disproportionnés avec les résultats escomptés. Il nous a donc paru raisonnable de chercher ainsi que Jacques BERNARD et M. LAVAL-JEANTET l'avaient fait en urographie avec compression, quelle pouvait être la dose de produit de contraste à injecter pour obtenir de bonnes urographies sans compression.

Nous avons tout d'abord administré à tous les patients une dose identique de produit de contraste, soit 20 cc de "V 50".

Etant donné les différences de corpulence des sujets, il était bien évident que cette quantité "standard" de produit de contraste réalisait en fait des concentrations plasmatiques variables avec chaque individu. Une même dose de produit de contraste administrée à un sujet mince et petit réalisait donc une concentration plasmatique importante alors qu'elle était bien moindre lorsqu'il s'agissait d'un sujet grand et obèse.

Nous avons ensuite porté sur un graphique les résultats obtenus en notant en abcisse les concentrations plasmatiques et en ordonnée la qualité des résultats obtenus. Les résultats étaient classés, ainsi que nous l'avons fait précédemment en excellents, bons, passables et médiocres.

Ces résultats tenaient compte non seulement de la qualité du contraste obtenu au niveau des cavités rénales

mais aussi de la durée de la sécrétion et de la facilité avec laquelle pouvaient être mis en évidence les détails de la morphologie pyélo-calicielle .

INTERPRETATION DES RESULTATS

L'examen du graphique nous permet de noter que, statistiquement, le plus grand nombre des résultats Très bons, Bons et Passables sont obtenus pour des concentrations plasmatiques comprises entre 300 et 350 mg d'iode pour 100 cc de plasma. Avec des concentrations inférieures, les résultats sont plus inconstants et généralement médiocres alors que pour des concentrations nettement plus importantes (400 et 450 mg%) le pourcentage de Très Bons résultats n'augmente pas sensiblement.

Il existe donc grossièrement une concentration optima d'iode plasmatique pour laquel les chances d'obtenir des résultats satisfaisants sont maxima.

STATISTIQUEMENT LA CONCENTRATION PLASMATIQUE A REALISER SE SITUE AUTOUR DE 330 mg. D'IODE POUR 100 cc DE PLASMA.

Cette concentration est sensiblement 1 fois 1/2 supérieure à celle réalisée en urographie avec compression qui, rappelons-le, était de 250 mg/100 cc de plasma.

Autrement dit, la quantité de produit de contraste à injecter en urographie sans compression doit être égale à la qualité utilisée avec compression multipliée par I, 5.

CRITIQUE DES RESULTATS

Si nous comparons les deux graphiques ayant servi à déterminer la dose optima :

1 - AVEC COMPRESSION

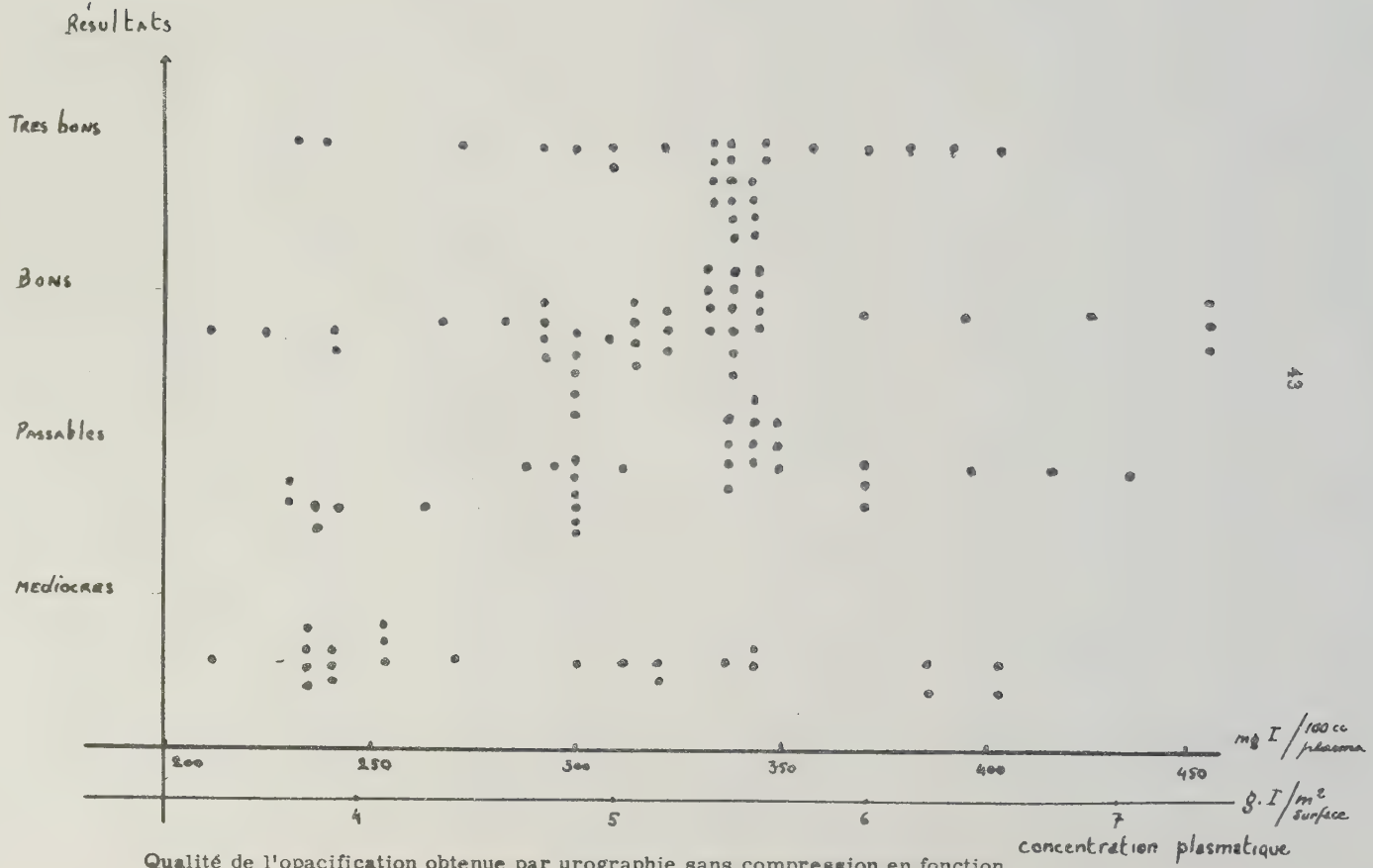
2 - SANS COMPRESSION,

ce qui frappe avant tout c'est la dispersion importante des points dans le second. Au contraire, les points sont bien groupés sur le graphique N° 1 (urographie avec compression). En effet, certaines urographies "sans compression" classées excellentes, sont obtenues avec des concentrations plasmatiques faibles alors que d'autres sont médiocres" avec de très fortes concentrations !

En urographie sans compression, plusieurs facteurs concourrent à la formation de l'image radiologique des cavités rénales et font que tel examen est bon alors que tel autre pratiqué dans les mêmes conditions est médiocre. Le contraste est fonction de la quantité de produit opaque présent dans les cavités pyélo-calicielles au moment de la prise du cliché. Or, la quantité d'iode présente dans les calices et le bassinet dépend, non seulement de la quantité de produit injecté mais aussi d'un certain nombre de facteurs physiologiques, fonctionnels et anatomiques que nous nous contenterons de citer.

Le volume urinaire/minute joue probablement ici un rôle très important et il y aurait lieu d'apporter au graphique de l'urographie sans compression certaines corrections considérant pour chaque point, le volume urinaire. On comprend ainsi que, en présence d'un débit urinaire important, la concentration du produit de contraste puisse être diminuée.

Les facteurs dynamiques interviennent de manière prépondérante dans la qualité de l'image urographique sans compression. Lorsque l'on a affaire à des reins peu toniques, se vidant lentement, les calices et le bassinet restent bien opacifiés et les images pyélo-câlicielles sont particulièrement bien contrastées. Au contraire lorsqu'il s'agit de reins toniques, le produit de contraste est expulsé dans les uretères et dans la vessie au



Qualité de l'opacification obtenue par urographie sans compression en fonction du dosage de l'iode plasmatique rapporté à l'unité de surface cutanée.

fur et à mesure de sa sécrétion. Ces phénomènes sont particulièrement bien mis en évidence par le radio-cinéma. Dans ces cas, on obtient difficilement de belles images pyélo-calicielles sans certains artifices (Trendenlenbourg, compression).

Les facteurs anatomiques sont aussi à considérer. Nous savons que la concentration d'iode dans l'urine dépend non seulement de la quantité de produit injecté, mais aussi de la quantité d'urine dans lequel il va se trouver dilué. C'est ce qui arrive lorsque l'on a affaire à certaines dilatations pyélo-calicielles, congénitales ou acquises où d'une part la filtration glomérulaire est diminuée et où d'autre part l'iode filtré se trouve dilué dans une quantité importante d'urine, entrainant une diminution du contraste.

Les facteurs vasculaires prennent ici une valeur particulière : en effet, les triiodés s'éliminent presqu'exclusivement par filtration glomérulaire et font que la qualité du contraste dépendra étroitement de certains facteurs vasculaires tels que pression artérielle ou état des capillaires.

a - C'est ainsi qu'une hypotension artérielle (état de choc par intolérance au produit iodé par exemple) suffit à stopper ou à ralentir considérablement la filtration glomérulaire. Il s'en suit généralement une absence d'opacification pyélique ou un contraste faible, mais souvent une néphrographie.

b - A l'opposé, certains sujets jeunes, atteints d'hypertension artérielle présentent souvent des images urographiques excellentes.

c - Chez les artérioscléreux, chez le vieillard au système circulatoire et artériel déficient, il est très fréquent d'observer des urographies de mauvaise qualité, voir même ininterprétables. On sait maintenant qu'il existe des lésions glomérulaires parfai-

tement individualisées qui diminuent le pouvoir de filtration des artérioscléreux.

Ainsi, dans la formation des images pyélo-calicielles en urographie sans compression, interviennent certains facteurs anatomiques, physiologiques et fonctionnels susceptibles de modifier la qualité des images sans pour autant rendre responsable une insuffisance en produit de contraste.

oOo

CONCLUSIONS

1 - En urographie intraveineuse, les concentrations plasmatiques réalisées sont bien supérieures à celles habituellement utilisées pour la mesure des clearances. Le débit-minute d'iode est considérablement plus important que le Tm ; la quantité globale d'iode éliminée dans les conditions de l'urographie est plus importante que ce que le tubule peut excréter. La part d'élimination glomérulaire est alors prépondérante.

Cette différence est encore plus nette en ce qui concerne les triiodés dont l'élimination est presque exclusivement glomérulaire (96%).

2 - Ces faits constituent donc une critique de l'U. I. V. en tant que test fonctionnel rénal puisque l'excrétion tubulaire intervient très peu.

3 - La filtration glomérulaire, phénomène mécanique, joue seule en pratique et la quantité d'iode éliminée est directement en rapport avec la concentration plasmatique.

4 - La concentration plasmatique nécessaire et suffisante pour obtenir une opacification satisfaisante est de 230 mg d'iode pour 100 cc de plasma si l'urographie est faite avec compression qu'il s'agisse de sujets

plus ou moins corpulents, d'enfants ou d'adultes.

La concentration plasmatique à réaliser est grossièrement I, 5 fois supérieure si l'urographie est faite sans compression. Mais la notion de dose utile en urographie sans compression est beaucoup moins précise qu'en urographie avec compression car interviennent en particulier des facteurs dynamiques susceptibles de modifier considérablement les résultats.

5 - Avec une substance de contraste déterminée, il est facile d'ajuster la dose pour obtenir la concentration définie au paragraphe 4, si l'on connait le volume du plasma. En effet, ce dernier est proportionnel à la surface cutanée qui peut être calculée à partir du poids et de la taille du sujet.

6 - Les résultats obtenus en U. I. V. avec emploi de la dose utile sont susceptibles de subir des variations sous l'influence des facteurs qui régissent la pression de filtration : pression artérielle, pression oncotique du plasma, pression existant à l'intérieur de la capsule de Bowmann.

Interviennent également le débit vasculaire et certains troubles métaboliques. Il est donc possible de prévoir des variations, au moins statistiques, de la dose utile particulièrement dans les affections qui modifient la pression et le débit circulatoire comme l'hypertension artérielle et l'athérosclérose.

oOo

Vu, le Président de Thèse : Vu, le Doyen de la Faculté:

M. J. HAMBURGER M. L. BINET

Vu et permis d'imprimer
le Recteur de l'Académie de Paris
J. ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

1 - Jacques BERNARD, LAVAL-JEANTET (M), DLUGATCH - Mécanisme d'élimination et dosage optimum en U. I. V. chez l'enfant - (Annales de Radiologie 1962 - à paraitre).

2 - BERNIER (J. J.), PAUPE (J.) - Le rein. Schéma physio-pathologiques. Métabolisme de l'eau et des électrolytes (Tome I, fas. I, I959, p. 65-87).

3 - BERKSON (J), KEATING (FR), POWER (MH) & MAC CONAHEY (M) - Détermination de la clearance rénale de l'iode radioactif (J. Applied physiol. I950, 2, 522).

4 - BILLION (H) & SCHLUNGBAUM (W) - On the distribution of radioactive PERABRODIL M in the human body and its use for kidney clearance test (Klin. Wohnschr , 1955, 32 I089-1093 an in the Amer. J. of Roentgen. I956, 75, 4-840).

5 - CHESTER, WINTER (C) - The excretory urogram as a kindney function test (The J. of Urol. 1960 p. 313-317).

6 - COLIEZ (R) - Etude physiologique de l'éliminat ion de produits opaques. E. M. C. Reins. Organes génitaux-urinaires I8034 A p. 2

7 - EDLING (NPG), EDVALL (C. A.), HELANDER (CG), PERNOW (B) - Comparison of urography with sélective clearance as test function (Acta radiologica - I956, 452, 2 , 85-95).

8 - EDLING (NP), HELANDER (GC), RENCH (L) - The correlation between contrast excretion and arterial and intrapelvic pressure in urography (Acta radiologica, I954, 6, 442-45I.)

9 - ENGSTROM (A) et JOSEPHSON (B) - Historadiographie demonstration of DIODRAST in the rabbit kidney (Am . J. Physiol., I953, I74, 6I-64)

I0 - FEY (B) et TRUCHOT (P) - L'urographie intraveineuse (Paris - MASSON I944).

ll - HAMBURGER (J) - Les clearances urinaires ou coefficients d'épuration plasmatique (Presse Médicale, I951 , 59, 34, 689)

12 - HAMBURGER (J) - Quelques acquisitions récentes dans les maladies du rein. (Société de Médecine de Paris, Séance du 25 nov. 1950 An in presse Médicale, I95I, 58, ll, 216.

13 - HAMBURGER (J) - Le mécanisme intime de la sécrétion rénale et la notion de clearance. Acquisitions médicales récentes (Journées médicales de Broussais I vol. Ed. Flammarion Paris I946).

14 - HAMBURGER (J) - Pathologie Médicale - Le Rein (Tome II Ed. Médicale Flammarion I95I)

15 - HICKEL (R) et CORNET (P) - Essai sur la signification et la valeur fonctionnelle des images et signes urographiques (J. Radiol. Electrol. 1948, 29, 9-I7).

16 - JOSEPHSON (B) - The mechanism of the excretion of rénal contrast substances (Acta Radiol. 1952, 384, 299-306).

I7 - JOSEPHSON et KALLAS - Iodine concentration on rabbit kidneys after DIODRAST injections : mécanism of renal excretion (Am. J. of Physiol. 1953, 174, 65-71)

18 - KINTER (WB) & Coll. - Renal extraction of P. A. H. and DIODRAST - I3I-as a function of arterial red cell concentration (Am. J. of Physiol. 1956, I85, 39I-398).

19 - LAGRUE (G) - Physiologie du tube urinifère (Gazette médicale de France - 2 V. I956 , p. 979)

20 - LANGECKER, HARWART (A), JUNKERMANN - 3-5-diacétyl amino-2-4-6-trijobenzoesaure als Röntgenkonstrastmittel (Arch. Exper. path. n. Pharm. I954, 222, 584.

21 - LEVEQUE (B) - Contribution à l'étude des clearances chez l'enfant (Thèse Paris n° I096).

22 - MAC-CANCE (R) & WIDDOWSON (E. M.) - The correct physiological basis in witch of compare infant and adult renal function (The Lancet 263 , p. 860-862).

23 - MALVIN (R), WILDE (R), SULLIVAN (L) - Localisation of nephron transport by stop flow analysis (Am. J. Physiol.) I958, I94, I35-141)

24 - MALVIN (W), WOODRUFF, MALVIN (Richard-L) - Localization of rénal contrast media excretion by stop flow analysis (The J. of Urol. I960, 5, 677-684)

25 - MC CANCE (R. A.) - Recent developpement in our knowledge of renal function in infancy. (Acta pediatrica I948, 36, 48I).

26 - MILIEZ, LAGRUE, TCHERDAKOFF, NOIX SAMARQ- Les méthodes nouvelles d'investigation dans les affections rénales. (Presse médicale, I96I, 68, I6, 729-73I).

27 - PIEMONTE & MAGNO (L) - Sulla éliminazione renale dei mezzi di contrasto iodati (Radiologia medica , I958; 44, 225-248).

28 - PORPORIS (AA), GLADDEN (VE) et FISCHER (GL) The mecanism of urokon excretion (Am. J. of radiol. I954, 72, 995-I003)

29 - ROYER (P) - Etude de la physiologie rénale (E. M. C. Pédiatrie 4083 A p. 2).

29 bis - RICHET (C) - Les grandes conceptions de la Physiologie rénale doivent-elles être renouvelées ? (Actualités Néphrologiques de l'Hôpital Necker - I960, Flammarion, p. 93-105).

30 - SEYSS (R) - Radiographie fonctionnelle du système urinaire. (Fortschritte auf dem Gebiete des Röntgenstrahlen, I953, 79, 2, 233.

3I - WILSON (H. M.) - Roentgenological aspects of renal function (Yale J. Biol. Of med., I953, 25, 401-404).

32 - WHITE (HL), FINDEY (T) & EDWARDS (J.C.) - Interprétation of diodrast clearances in man -(Proc. of Sté Exper. Biol. & Med. I940, 43, 11).

33 - WINTER (CC) - L'urographie en tant que test fonctionnel rénal. (Journ. Urol. (Balt. I960, 83, 3I3-3I8).

34 - WINTER (CC) - Clinical comparison and analysis of radioactive diodrast, hypaque, urokon and uriokon renograms as tests of kidney fonction. (Journ. Urol. I958, 79, 573).

35 - WINTER (CC) - A clinical study of a new renal function test : the radioactive diodrast renogram. (Journ. Urol. I956, 76, I82-I96).

36 - WINTER (CC) - Further experiences with the radioisotope renogram (Am. Journ. Roentg. I959, 82, p. 863).

37 - WIRZ (H), HARGITAY (B) et KUHN (W) - Lokalisation des konzentrierungsprozesses in der Niere durch direckte kryoscopie (Helvet Physiol. Acta. I95I, 9, I96-207).

38 - WOODRUFF (M.W) - The five minutes pyelogram as measure of renal function. (Am. Journ. of roentg , I959, 82, 847).

oOo

TABLE DES MATIERES

Pages

INTRODUCTION .

BASES DE PHYSIOLOGIE RENALE 5

Rappel morphologique
Mécanisme de la fonction rénale ; Physiologie de la formation de l'urine.
Les clearances

ELIMINATION RENALE DES PRODUITS IODES 17

Cléarance des diiodés
Clearance des triiodés
Clearances rénales et urographies
Facteurs d'opacification des cavités rénales

INTERET ET DETERMINATION DE LA DOSE UTILE DE PRODUIT DE CONTRASTE EN UROGRAPHIE 27

Détermination du volume plasmatique
Détermination de la concentration plasmatique utile
Utilisation pratique

UROGRAPHIE AVEC COMPRESSION 35

UROGRAPHIE SANS COMPRESSION 39

CONCLUSIONS 47

BIBLIOGRAPHIE

AGEMP
POLYCOPIE

8, rue Dante

PARIS-Ve

Telephone : ODÉon 58-90